

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050645

International filing date: 14 February 2005 (14.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 011 693.8
Filing date: 10 March 2004 (10.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 April 2005 (29.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 011 693.8

Anmeldetag: 10. März 2004

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Sensorknoten und sich daraus selbst
organisierendes Sensornetzwerk

IPC: G 01 D, G 08 C, G 09 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. April 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Siemens



Beschreibung

Sensorknoten und sich daraus selbst organisierendes Sensornetzwerk

5

Sensoren in Gebäuden und Anlagen sollen Brände oder giftige Dämpfe detektieren, Materialbelastungen in tragenden Gebäudeteilen oder Anlagenkomponenten messen, die raumklimatischen Bedingungen erfassen, Schall orten, die Anwesenheit von Personen feststellen oder Personen, Material oder Geräte orten.

10

Bisherige Lösungen können diese Aufgaben nur teilweise und in der Regel mit einem hohen Installations-, Konfigurations- und Wartungsaufwand lösen. Die meisten Sensorsysteme sind beispielsweise verkabelt, wodurch ein erheblicher Aufwand für die Installation anfällt. Häufig senden sie ihre Daten an einen zentralen Rechner, der dann die Auswertung vornimmt. Solche zentralistischen Lösungen skalieren schlecht und fallen komplett aus, wenn der zentrale Rechner ausfällt. In großen Sensornetzen ist auch die Ortung der einzelnen Sensoren ein großes Problem, da ihre Position registriert sein und auch immer aktualisiert werden muss. Ein weiteres, mit erheblichem technischen Mehraufwand verbundenes Problem bei dieser Art von Netz ist die Einbindung mobiler Knoten.

15

20

25

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den Aufbau eines Sensornetzwerkes zu ermöglichen, das die beschriebenen Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Erfindungen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

30

35

Dementsprechend weist ein Sensorknoten Mittel zur Entfernungsmessung, Sensormittel zum Messen eines Sensormesswertes zusätzlich zur Entfernung sowie Mittel zur drahtlosen Kommu-

nikation der gemessenen Entfernung und des Sensormesswertes auf.

Die Mittel zur Kommunikation sind insbesondere Mittel zur
5 Kommunikation mit einem weiteren Sensorknoten.

Vorzugsweise weisen die Mittel zur Kommunikation ein WLAN-Modul auf.

10 Die Mittel zur Entfernungsmessung messen die Entfernung vorteilhaft über die Laufzeit eines Signals, insbesondere eines Hochfrequenzsignals. Dazu enthalten sie beispielsweise ein Radarmodul. Darüber hinaus können sie besondere Filter- oder
15 Lernverfahren aufweisen, insbesondere in Form eines Kalman-filters.

Ein Sensornetzwerk besteht insbesondere aus einer Vielzahl von Sensorknoten nach einer der zuvor genannten Arten. Dadurch lässt sich ein selbst organisierendes Sensornetzwerk
20 zur Überwachung von Gebäuden und Anlagen und zur Navigation von Wartungs-, Sicherheitspersonal und Rettungskräften erstellen.

Vorzugsweise werden die Mittel zur Entfernungsmessung der
25 einzelnen Sensorknoten so eingesetzt und koordiniert, dass über die kombinierte Messung der Entfernungen der Sensorknoten zueinander die Position der einzelnen Sensorknoten ermittelt wird.

30 Soll nicht nur die Position der Sensorknoten relativ zueinander bekannt sein, sondern auch die absolute Position der Sensorknoten, so weist vorzugsweise mindestens ein Sensorknoten Speichermittel zum Speichern seiner absoluten Position auf. Der Sensorknoten kann dann an mehrere Orte gebracht werden,
35 wobei jeweils in seinen Speichermitteln seine absolute Position gespeichert wird. Das Sensornetzwerk nimmt dann an jedem dieser mehreren Orte die absolute Position des Sensorknotens

auf und kann sich dadurch eindeutig im dreidimensionalen Raum positionieren. Alternativ weisen mehrere Sensorknoten Speichermittel zum Speichern ihrer absoluten Position auf und die mehreren Sensorknoten werden an unterschiedlichen Positionen positioniert.

Die Mittel zur Kommunikation der Sensorknoten sind vorzugsweise so eingerichtet, dass Sensorknoten im Sensornetzwerk durch Weiterleitung der Kommunikation über benachbarte Sensorknoten mit entfernten Sensorknoten kommunizieren können. Dies erfolgt insbesondere über positionsbasiertes Multi-Hop-Routing.

Vorteilhaft ist das Sensornetzwerk so eingerichtet, dass die Sensormesswerte der Sensorknoten und die Positionen der Sensorknoten abfragbar sind.

Das Sensornetzwerk kommt als selbst organisierendes Sensornetzwerk ohne zentrale Instanz aus.

In einem Verfahren zur orts aufgelösten Messung von Sensormesswerten wird zur Messung der Sensormesswerte ein Sensornetzwerk nach einer der zuvor beschriebenen Ausprägungen verwendet. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich analog zu den vorteilhaften Ausgestaltungen des Sensornetzwerkes und umgekehrt.

Weitere Merkmale und Vorteile folgen aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Dabei zeigt die Figur einen Sensorknoten.

Das Verfahren zur orts aufgelösten Messung von Sensormesswerten und das zugehörige selbst organisierende Sensornetzwerk basieren auf drahtlos vernetzten Sensorknoten, die ihre Kommunikation, Positionierung und Sensordatenverarbeitung weitestgehend selbst organisieren. Jeder Sensorknoten 1 enthält, wie in Figur 1 dargestellt, ein Gehäuse 2, eine Stromversor-

gung 3, beispielsweise in Form einer Batterie oder eines Akkumulators, eine Hauptrecheneinheit 4, Mittel 5 zur Kommunikation mit einem oder mehreren weiteren Sensorknoten, wobei die Mittel 5 zur Kommunikation in Form eines Funkmoduls ausgebildet sind, Mittel 6 zur Entfernungsmessung in Form eines Radarmoduls und Sensormittel 7 zum Messen eines Sensormesswertes zusätzlich zur Entfernung. Die Stromversorgung 3, die Hauptrecheneinheit 4, die Mittel 5 zur Kommunikation, die Mittel 6 zur Entfernungsmessung und die Sensormittel 7 befinden sich im Gehäuse 2. Das Gehäuse 2 und damit der Sensorknoten 1 verfügt darüber hinaus noch über Anschlüsse 8 für eine oder mehrere Antennen, einen Anschluss 9 zur Spannungsversorgung und einen Anschluss 10 für externe Geräte zum Datenaustausch, z.B. über Ethernet.

Die Mittel 5 zur Kommunikation in Form des Funkmoduls erlauben die Kommunikation des Sensorknotens 1 mit benachbarten Sensorknoten beispielsweise über den WLAN-Standard. Durch positionsbasiertes Multi-Hop-Routing können auch entfernte Sensorknoten erreicht werden.

Die Mittel 6 zur Entfernungsmessung in Form des Radarmoduls führen Distanzmessungen zu benachbarten Sensorknoten aus. Durch Austausch von geschätzten Positionen über die Mittel 5 zur Kommunikation und unter Verwendung von geeigneten Filter- und/oder Lernverfahren, wie beispielsweise eines Kalmanfilters, können sich die Sensoren in einem internen Koordinatensystem lokalisieren.

Durch Eingabe absoluter Koordinaten für mehrere Sensorknoten oder für einen mobilen Sensorknoten an verschiedenen Orten durch eine angeschlossene Applikation kann das interne Koordinatensystem mit dem einer externen Karte der Umgebung synchronisiert werden.

Die Sensormittel 7 in Form des Sensormoduls liefern verschiedene Sensormesswerte. Diese werden zusammen mit Sensormess-

werten benachbarter Sensorknoten benutzt, um ein lokales Regressionsmodell zu trainieren, das es erlaubt, räumliche oder gar raum-zeitliche Profile von Sensormessgrößen zu erstellen. Diese Profile können von externen Applikationen abgefragt werden. Diese Applikationen können beispielsweise Visualisierungsverfahren auf tragbaren Rechnern sein, die jeweils mit einem Sensorknoten verbunden sind.

Die Sensorknoten erfordern wenig Aufwand für die Installation und für den Betrieb eines Sensornetzwerkes. Das Sensornetzwerk ist in der Lage, einzelne, insbesondere mobile, Sensorknoten genau zu lokalisieren. Es skaliert gut, das heißt, es lässt sich leicht mit zusätzlichen Sensorknoten erweitern und kann dadurch die Abdeckung oder die Auflösung erhöhen. Die Funktionsweise des Sensornetzwerkes wird nur durch den Ausfall vieler Sensorknoten merklich beeinträchtigt, da die Kommunikation auf andere Routen ausweichen kann und die Sensordaten im Netzwerk verteilt gespeichert sind.

Patentansprüche

1. Sensorknoten mit
 - Sensormitteln (7) zum Messen eines Sensormesswertes,
- 5 - Mitteln (6) zur Entfernungsmessung,
- Mitteln (5) zur Kommunikation.

2. Sensorknoten nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass die Mittel (5) zur Kommunikation Mittel zur Kommunikati-
on mit weiteren Sensorknoten sind.

3. Sensorknoten nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass die Mittel (5) zur Kommunikation ein WLAN-Modul aufwei-
sen..

4. Sensorknoten nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- 20 dass die Mittel (6) zur Entfernungsmessung Mittel zur Messung
einer Signallaufzeit aufweisen.

5. Sensorknoten nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- 25 dass die Mittel (6) zur Entfernungsmessung einen Kalmanfilter
aufweisen.

6. Sensornetzwerk aufweisend eine Mehrzahl von Sensorkno-
ten (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.
- 30
7. Sensornetzwerk nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensorknoten (1) Mittel zur Positionsbestimmung über
die Mittel (6) zur Entfernungsmessung aufweisen.
- 35

8. Sensornetzwerk nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass einer der Sensorknoten Speichermittel zum Speichern sei-
ner absoluten Position aufweist.

5

9. Sensornetzwerk nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mittel (5) zur Kommunikation so eingerichtet sind,
dass Sensorknoten (1) im Sensornetzwerk durch Weiterleitung
10 der Kommunikation über benachbarte Sensorknoten mit entfern-
ten Sensorknoten kommunizieren können.

10. Sensornetzwerk nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,

15 dass das Sensornetzwerk so eingerichtet ist, dass die Sensor-
messwerte der Sensorknoten (1) und die Positionen der Sensor-
knoten (1) abfragbar sind.

11. Sensornetzwerk nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
20 dadurch gekennzeichnet,

dass das Sensornetzwerk ein selbst organisierendes Sensor-
netzwerk ist.

12. Verfahren zur orts aufgelösten Messung von Sensormesswer-
25 ten,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Messung der Sensormesswerte ein Sensornetzwerk nach
einem der Ansprüche 6 bis 11 verwendet wird.

Zusammenfassung

Sensorknoten und sich daraus selbst organisierendes Sensor-
netzwerk

5

In einem selbst organisierenden Sensornetzwerk organisiert
sich eine Vielzahl von Sensorknoten, die dafür Sensormittel,
Mittel zur Entfernungsmessung und Mittel zur Kommunikation
aufweisen. Das Sensornetzwerk ist in der Lage, einzelne, ins-
10 besondere mobile, Sensorknoten genau zu lokalisieren.

2004 03450

1/1



